

Reconstrucción de Accidentes desde evidencia física vs. evidencia electrónica

M. Gisela Insaurralde; ginsaurralde@ceirat.com

Gustavo A. Enciso; gustavo.enciso@comunidad.unne.edu.ar

RESUMEN:

Desde que el código de regulación federal de USA parte 563 [1], estableció los lineamientos de la incorporación del EDR en vehículos comerciales para el territorio de Norteamérica, esta tecnología fue también al mismo tiempo destacándose dentro del campo de la investigación de accidentes de tránsito debido a la posibilidad de conocer desde la memoria del EDR, los datos de colisión.

Hasta el momento, ningún gobierno de países de América Latina ha implementado esta misma obligatoriedad y son mínimos los casos judiciales donde la reconstrucción de accidentes de tránsito se ha desarrollado bajo la lectura del EDR en nuestra región.

En noviembre de 2022 se realizaron en la Ciudad de Corrientes las primeras demostraciones de extracción de datos desde el EDR en el Seminario de Física Forense [2].

Por otro lado, instituciones de formación privada están incorporando el estudio de esta tecnología dentro del ámbito privado y judicial para nuestra región [3].

En continuidad del estudio de esta herramienta, el presente trabajo tiene como objetivo la resolución de una colisión cuyos datos fueron recolectados por el sistema de registro de evidencias de la NHTSA [4], identificado como caso #1-10-2019-029-07.

La solución presentada analiza las evidencias clásicas tratadas bajo el software RACTT®; y los resultados comparados con los datos extraídos del EDR de los vehículos involucrados en el caso.

Métodos y Materiales:

El hecho considerado para el análisis según el visualizador de casos [4], señala la colisión entre un Jeep / Kaiser-Jeep (V1) modelo 2012 y un Buick / Opel (V2) modelo 2001; ambos con EDR.

Según el resumen del caso, V1 viajaba hacia el noroeste en el tercer carril de una carretera de cinco carriles no dividida físicamente. V2 viajaba hacia el sureste. El V1 entró en el cruce y giró a la izquierda. El V2 continuó recto en el mismo cruce. El frente de V2 impactó con el lado derecho de V1. El impacto obligó a V1 a volcar hacia el lado izquierdo, donde quedó en reposo definitivo. V2 se detuvo definitivamente en el cruce orientado al sureste. Ver planimetría del accidente en la Figura N° 1.

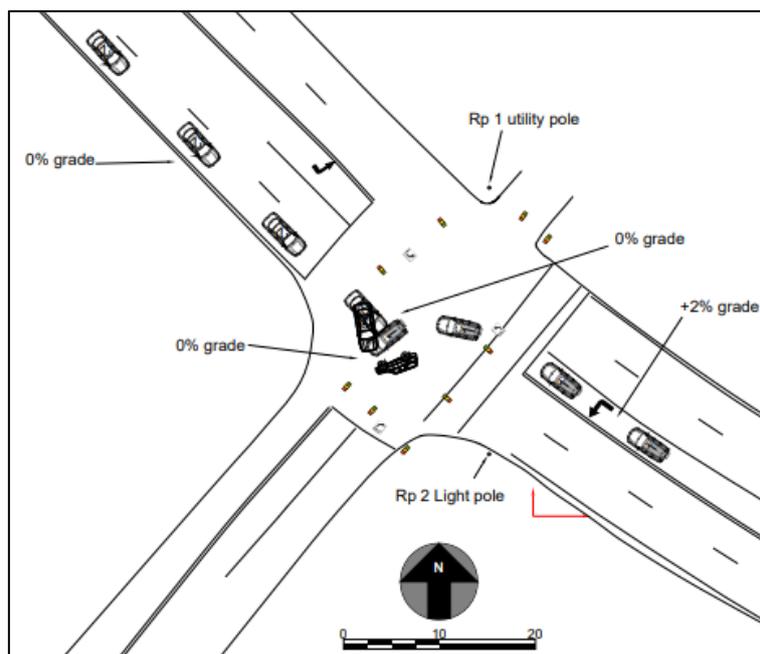


Figura N° 1: diagrama a escala del accidente, Caso #1-10-2019-029-07.

Los datos técnicos del vehículo 1 son mostrados en la Tabla N° 1 según el visualizador de casos de la NHTSA. Las evidencias físicas extraídas de la planimetría del caso se añaden también en la Tabla N° 1. En relación con el radio de curva de V1, éste se estimó a partir de trayectorias posibles desde el carril izquierdo de la carretera por donde circulaba. Los coeficientes de rigidez para colisión lateral del vehículo 1, se extrapolaron de [6].

Vehículo #1	Modelo 2012		
Masa [kg]	1872	Altura centro de masa [m]	0,72
Ancho [m]	1,84	Momento de Inercia roll [kg.m ²]	773,33
Distancia entre ejes [m]	2,69	Coeficiente A [N/cm]	164.62
Radio mínimo [m]	14	Coeficiente B [N/cm ²]	32.4
Radio máximo [m]	16	Coeficiente C [N]	418.20

Tabla N° 1: datos de evidencia física y datos técnicos para el vehículo 1.

Los datos de altura de centro de masa y momento de inercia fueron determinados mediante el software RACTT® a partir de las mejores aproximaciones según [5]. Las medidas de deformación sobre el lateral derecho del vehículo 1 son copiados del visualizador del caso [4] y se muestran en la Figura N° 2.

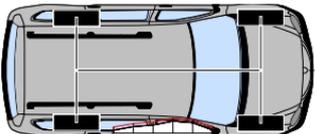
Damage Section			
		Location	Right
		Width (cm)	144.17
		Offset (cm)	6.81
		Time	0
C1 (cm)	8.94	C4 (cm)	21.63
C2 (cm)	14	C5 (cm)	19.35
C3 (cm)	16.26	C6 (cm)	9



Figura N° 2: medidas de deformación y daños en el vehículo 1.

Los datos técnicos del vehículo 2 son mostrados en la Tabla N° 2 según el visualizador de casos de la NHTSA [4]. Las evidencias físicas extraídas de la planimetría del caso se añaden en la misma Tabla.

Vehículo #2	Modelo 2001		
Masa [kg]	1618	Distancia entre ejes [m]	2,85
Ancho [m]	1,87	Distancia post impacto [m]	2

Tabla N° 2: datos de evidencia física y datos técnicos para el vehículo 2.

Las medidas de deformación sobre el frente del vehículo 2 son copiados del visualizador del caso [4] y se muestran en la Figura N° 3.

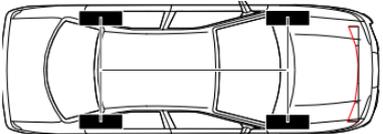
Damage Section			
		Location	Front
		Width (cm)	145.17
		Offset (cm)	-6.15
		Time	0
C1 (cm)	15.05	C4 (cm)	1.73
C2 (cm)	4.36	C5 (cm)	5.53
C3 (cm)	0.19	C6 (cm)	16.61



Figura N° 3: medidas de deformación y daños en el vehículo 2.

Los coeficientes de rigidez para el vehículo 2 se calcularon mediante el software RACTT® a partir de los datos del crash test N°3520 del mismo vehículo realizado por la empresa CALSPAN, según la base de datos de la NHTSA [7]. Los resultados del crash test empleado se detallan en la Figura N° 4.

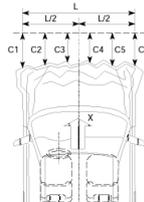
DATA SHEET NO. 19 ACCIDENT INVESTIGATION DIVISION DATA																																				
FOR 56.3 KPH FRONTAL BARRIER IMPACT																																				
Vehicle Make/Model/Body Style:	Butck LeSabre 4-Door Sedan																																			
NHTSA Test No.:	M10100 VIN: 1G4HP54K51U160629																																			
Model Year:	2001 Build Date: 10/00 Test Date: December 15, 2000																																			
Vehicle Size Category:	Large Test Weight: 1861.0 kg																																			
Vehicle Wheelbase:	2845 mm; Front Overhang: 1068 mm; Overall Width: 1867 mm																																			
Collision Deformation Classification (CDC) Code:	12FDEW3																																			
Crush Depth Dimensions:																																				
																																				
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th>PRE</th> <th>POST</th> <th>DIFF</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>C1 =</td> <td>4919</td> <td>4569</td> <td>350</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>C2 =</td> <td>5041</td> <td>4518</td> <td>523</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>C3 =</td> <td>5079</td> <td>4476</td> <td>603</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>C4 =</td> <td>5079</td> <td>4494</td> <td>585</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>C5 =</td> <td>5039</td> <td>4507</td> <td>532</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>C6 =</td> <td>4914</td> <td>4489</td> <td>425</td> <td>mm</td> </tr> </tbody> </table>		PRE	POST	DIFF		C1 =	4919	4569	350	mm	C2 =	5041	4518	523	mm	C3 =	5079	4476	603	mm	C4 =	5079	4494	585	mm	C5 =	5039	4507	532	mm	C6 =	4914	4489	425	mm
	PRE	POST	DIFF																																	
C1 =	4919	4569	350	mm																																
C2 =	5041	4518	523	mm																																
C3 =	5079	4476	603	mm																																
C4 =	5079	4494	585	mm																																
C5 =	5039	4507	532	mm																																
C6 =	4914	4489	425	mm																																



Figura N° 4: datos de investigación de accidentes del crash test N° 3520 de la NHTSA.

Los valores de coeficiente de rigidez estimados para el vehículo 2 a partir del crash test N° 3520, mediante la herramienta RACTT ®; se detallan en la Tabla N° 3.

Vehículo #2	Modelo 2001	Coeficiente A [N/cm]	164.62
Masa [kg]	1618	Coeficiente B [N/cm ²]	32.4
Ancho [m]	1,87	Coeficiente C [N]	418.20

Tabla N° 3: coeficientes de rigidez estimados para el vehículo 2.

Los resultados de variación de velocidad experimentado por cada vehículo y las velocidades de colisión estimadas mediante la herramienta RACTT® analizadas desde las evidencias físicas, se muestran en la Tabla de resultados N°4.

ΔV por etapa V1	Valor del RACTT	ΔV por etapa V2	Valor del RACTT
Velocidad limite en curva	33,8 km/hr	EBS #1	11,5 km/hr
		EBS #2	24,45 km/hr
		ΔV vuelco lateral	15,81 km/hr
		ΔV por fricción	20,17 km/hr
Velocidad circulación	>33,8 km/hr	Velocidad de impacto	37,2 km/hr

Tabla N° 4: resultados parciales y total de cada vehículo obtenido desde las evidencias.

Discusión de los resultados:

Ambos vehículos estaban equipados con EDR según el visualizado de casos de la NHTSA [4]. Para el caso del vehículo 1, los datos de velocidad se registraron hasta 1.5 segundos antes del impacto, siendo el último valor de velocidad pre-impacto grabado de 24.15 km/hr. Ver Figura N° 5 de la izquierda. Para el caso del vehículo 2, el EDR registró 2 segundos antes del evento sin despliegue de la bolsa de aire, la velocidad de 59.57 km/hr y para un segundo antes: 49.91 km/hr. Ver Figura N° 5 de la derecha.

Considerando la desaceleración del vehículo 2 en los últimos 2 segundos (MRUV)40.2, la velocidad de impacto se infiere en 40.27 km/hr.

Vehicle 1 Exterior - EDR Event 1 - Pre Crash		Vehicle 2 Exterior - EDR Event 1 - Pre Crash	
Vehicle Speed (kmph)		Vehicle Speed (kmph)	
Time(s)	Vehicle Speed (kmph)	Time(s)	Vehicle Speed (kmph)
-5	6.44	-5	62.79
-1.7	22.54	-4	62.79
-1.6	24.15	-3	61.18
-1.5	24.15	-2	59.57
-1.4	Reported - Data Not Valid	-1	49.91

Figura N° 5: resumen de datos de velocidad extraídos del EDR de cada vehículo.

Finalmente, la Tabla N° 5 se muestra la comparación de los resultados obtenidos desde las evidencias y desde los datos del EDR.

Δ Vel por etapa V1	RACTT	EDR	Δ Vel por etapa V2	RACTT	EDR
Velocidad límite en curva	33,8 km/hr		EBS #1	11,5 km/hr	22 km/hr
			EBS #2	24,45 km/hr	26 km/hr
			ΔV vuelco lateral	15,81 km/hr	N/A
			ΔV por fricción	20,17 km/hr	N/A
Velocidad impacto	>33,8 km/hr	24,15 km/hr*	Velocidad impacto	37,2 km/hr	40,27 km/hr*

Tabla N° 5: comparación de los resultados de velocidad para cada vehículo. Análisis de evidencias vs. EDR.

Para el caso del vehículo 1, la velocidad medida 1.5 segundos antes del impacto, es menor a la velocidad estimada desde RACTT®, recordando que el modelo de velocidad límite en curva solo establece cuál es el valor de diseño de la vía. Al no haber evidencias de marca de derrape de V1 antes del impacto, se infiere que la velocidad de este rodado es menor a la velocidad de 33.8km/hr.

Adicionalmente se observa una importante diferencia entre la estimación del EBS mediante el modelo de Crash3 a partir de coeficientes de rigidez de tablas, en comparación con la estimación que realiza la NHTSA con coeficientes específicos. Esto podría explicar la leve diferencia entre la estimación de velocidad del vehículo 2 a partir de evidencias (37.2km/hr), en comparación con los datos recolectados del EDR del mismo vehículo (40.27km/hr).

Conclusiones:

Para el caso analizado no se encuentran diferencias significativas entre ambas metodologías de valoración de velocidad. Sin embargo, el análisis a partir de las evidencias muestra siempre un flujo de trabajo más complejo y sensible más aún cuando las valoraciones parciales dependen de datos de tercero (crash test, tablas, etc.)

Si el flujo de trabajo del estudio de las evidencias no es completo, los resultados podrían ampliar su diferencia en comparación los datos del EDR.

Finalmente, la disponibilidad de información desde ambas fuentes para realizar el estudio de velocidad permite al investigador corroborar los resultados y evaluar la correspondencia entre ellos. Por lo tanto, no se recomienda descartar ningún método ante la posibilidad de un análisis conjunto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFIAS:

- 1] Electronic Code Federal Regulation, Part 563 – Event Data Records. October 31, 2012. <https://www.ecfr.gov/current/title-49/subtitle-B/chapter-V/part-563>
- 2] Seminario de Física Forense, Organizado por el Instituto de Cs. Criminalísticas de la UNNE y APIAT. <https://apiat.org/seminariooff/>
- 3] Introducción al Estudio de Informes de EDR. Centro de Entrenamiento IRAT. <https://ceirat.com/cajasnegras/>
- 4] Crash Viewer CISS Case Number 1-10-2019-029-07, National Highway Traffic Safety Administration. <https://crashviewer.nhtsa.dot.gov/CISS/Details?Study=CISS&CaselId=13950#>
- 5] Duane MacInnis, et al. "A comparison of moment of inertia estimation techniques for vehicles dynamics simulation". SAE Technical Paper Series 970951.
- 6] Ellen L. Lee, et al. "Increase in Vehicle Front, Rear and Side Stiffness Coefficients in the Past Twenty Years Necessitates New Representative Database".-. SAE 2014-01-0351.
- 7] Vehicle Crash Test Database: Test N° 3520. NHTSA. <https://www.nhtsa.gov/research-data/research-testing-databases#/vehicle/3520>